

чения новых финансовых средств. Следовательно, необходима новая информационная технология, позволяющая :

- обрабатывать возникающие конфликтные ситуации и устранять возможность их дальнейшего появления;
- обеспечивать быструю модернизацию системы по требованиям пользователя;
- гарантировать конфиденциальность информации;
- обеспечивать защиту информационных потоков в телекоммуникационных каналах связи;
- анализировать принятое решение на основе имитационного моделирования.

Применение такой технологии возможно только в рамках интегрированной диалоговой информационной системы, позволяющей мгновенно адаптироваться к изменяющимся требованиям пользователя, обладающей функциональной полнотой по своему назначению, способностью приобретать новые функциональные возможности. Максимальная универсальность и функциональная гибкость такой ИС зависит в первую очередь от надежности и эффективности работы ее управляющих программ, к которым предъявляются следующие требования:

- минимальные временные и материальные затраты на их создание;
- высокие технико-экономические показатели функционирования;
- соблюдение норм инженерной психологии и эргономики;
- гибкость по отношению к используемым средствам вычислительной техники.

Применение системы автоматизированной генерации управляющих программ, дает возможность учитывать перечисленные выше требования, позволяет получать программный продукт в максимально короткие сроки, не требуя при этом его предварительной отладки, что повышает надежность и эффективность работы системы в целом.

Получено 17.01.2003

УДК 621.314.222.2

Ф.П.ГОВОРОВ, д-р техн. наук, В.Ф.ГОВОРОВ, В.А.ПЕРЕПЕЧЕНЬИЙ
Харьковская государственная академия городского хозяйства

УЧЕТ ФАКТОРА СОЦИАЛЬНОЙ АДЕКВАТНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКИХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Объектом исследования являются процессы в системе электрического освещения города, предметом – характеристики системы освещения, определяемые её параметрами

и режимам. Показаны условия оптимального функционирования системы освещения с учетом фактора социальной адекватности.

Сложность задачи управления режимами систем (СЭО) городов в сочетании с ее многогранностью обусловила необходимость одновременного учета большого числа критериев: социальных, экономических, экологических, технических и других, в основном не сводимых к одному из них. В этих условиях решением задачи является поиск обобщенного решения, удовлетворяющего все показатели. Поиск обобщенного критерия оптимальности в таком случае заключается в формировании функции

$$F = f(f_1(\bar{Z}), f_2(\bar{Z}), \dots, f_n(\bar{Z})) \Rightarrow \text{extr}. \quad (1)$$

В связи с многообразием целей в рассматриваемых условиях приходится иметь дело с несколькими разными целевыми функциями, $f_1(\bar{Z}), f_2(\bar{Z}), \dots, f_n(\bar{Z})$, экстремумы которых в общем случае не совпадают, что означает невозможность совместного и полного удовлетворения одновременно всех целей. В таких случаях решения принимают на основе некоторых компромиссов, обеспечивающих частичное удовлетворение отдельных целей. Для подобных условий в современной теории не существует строгого метода описания наилучшего решения с точки зрения полного учета всех целей и критериев. Поиск оптимального решения при этом осуществляется на основе не вполне строгих, но хорошо зарекомендовавших себя методов оптимизации: одноцелевой с ограничениями, предпочтительных критериев и весовых коэффициентов.

В настоящей работе с применением методов весовых коэффициентов разработаны методологические основы учета функции социальной адекватности при управлении режимами работы СЭО городов.

Обоснование критерия. Как часть сложной социально-экономической системы городского хозяйства их СЭО в процессе своей деятельности используют все атрибуты производственной деятельности: сам труд, предметы и средства труда. Носителем труда в СЭО городов является производственно-технический персонал предприятий. В качестве предметов труда выступают основное и вспомогательное энергетическое оборудование (световые приборы, линии, трансформаторы, распределительные устройства и т.д.), а в качестве средств труда – различного рода механизмы и приспособления, измерительные приборы и инструменты. Они представляют собой часть производительных сил, используемых для создания материальных благ в форме преобразованной электрической энергии (ЭЭ) – энергии света. При

этом световая энергия (СЭ) распределяется по территории города между отдельными ее потребителями и представляет собой потребительскую стоимость для каждого из членов общества, используемую лично каждым и одновременно всеми. Изложенное выше дает основание рассматривать СЭ как потребительскую стоимость. При этом система экономических отношений, сопутствующих созданию потребительской стоимости СЭ путем выработки соответствующих условий эксплуатации СЭО городов, имеет определенную общественную форму.

В целом процесс преобразования СЭ в СЭО городов осуществляется за счет средств ее потребителей и регулируется в государственном масштабе посредством цен на ЭЭ. Поэтому можно считать, что ЭЭ является для населения товаром, который используется им в качестве сырья для получения световой энергии. Это делает необходимым распространение на СЭ всех законов товарно-денежных отношений с соответствующим контролем потребительских свойств СЭ как товара. Важнейшее место среди потребительских свойств СЭ как предмета товарно-денежных отношений занимают ее стоимость и качество, под которыми понимается соблюдение установленных действующими стандартами показателей с требуемой вероятностью. При таком подходе перерыв в снабжении СЭ рассматривается как предельное снижение качества СЭ.

Поскольку повышение качества световой энергии (КСЭ) требует от энергосистемы дополнительных затрат, интересы эксплуатирующих организаций в этом случае входят в определенные противоречия с интересами потребителей, которые определяют их материальную заинтересованность в сбыте СЭ пониженного качества. В то же время использование СЭ пониженного качества невыгодно для потребителей в связи с повышением расхода ЭЭ, снижением срока службы и производительности оборудования. Низкое качество СЭ невыгодно и для государства из-за низкой эффективности использования ЭЭ в целом. Больше того, повышение потерь ЭЭ в сетях в сочетании со снижением срока службы энергетического и технологического оборудования делают низкое КСЭ невыгодным и для энергосистем. Однако оплата дополнительных расходов за счет средств потребителей, с одной стороны, и за счет государства путем увеличения тарифов на ЭЭ, с другой, делают интересы энергосистем менее зависящими от качества СЭ, хотя интересы государства и общества в целом существенно ущемляются. В этих условиях снижение КСЭ в СЭО городов или увеличение ее стоимости неизменно сказывается на социальных и экономических условиях проживания населения городов. Так, снижение качества электроэнергии в осветительных сетях приводит к ухудшению их эко-

номических показателей, вызванных ростом потерь и расхода ЭЭ, уменьшением срока службы оборудования и осветительных ламп, снижением производительности энергетического и технологического оборудования, грузо- и пассажироперевозок транспорта в ночное время и т.д. Одновременно с этим снижение качества освещения сопровождается значительным социальным ущербом, вызванным ухудшением комфорта в местах обитания населения, ростом числа дорожно-транспортных происшествий, травматизма, бандитизма и хулиганства в темное время суток, снижением объема либо качества оказываемых услуг в связи с невозможностью применения или низкой эффективностью работы большого числа современных бытовых электроприборов, довольно чувствительных к КЭ. Кроме того, низкое КЭ в сетях городов обуславливает рост себестоимости и цены на ЭЭ, ограничивая тем самым объем ее потребления и, соответственно, степень удовлетворения потребностей населения в услугах.

Имеет место и обратное влияние социальной системы общества на СЭО городов. Это влияние состоит в зависимости величины и характера распределения суточного электропотребления отдельными районами города от способа распределения доходов между группами населения. До недавнего времени этот фактор не имел практического значения. Социальное равенство всех граждан создавало равные условия для насыщения быта электроприборами и создавало равные условия для их применения. В последнее время активное введение рыночных отношений в сочетании с частным способом владения средствами производства обусловили неравномерность распределения доходов между отдельными группами населения. По этой причине проявляется резкое отличие в величине и суточных графиках электропотребления различными районами города. При этом для центральных районов города, населенных элитным контингентом, характерен больший уровень и меньшая неравномерность электропотребления и, наоборот, меньший уровень и большая неравномерность для окраинных районов, где проживают трудящиеся слои населения. Учет этих особенностей важен для эксплуатирующих организаций как свидетельство происходящих изменений уровня и режимов электропотребления, результатом которых могут стать значительные экономические и социальные проблемы.

Таким образом, можно говорить о том, что стоимость и КСЭ городов должны рассматриваться как социально-экономические категории. Поэтому можно считать, что снижение стоимости и повышение качества световой энергии в СЭО городов является задачей большой хозяйственной и социальной важности. Ее решение в состоянии обес-

печить экономию значительного количества топливных и энергетических ресурсов, а также получить достаточно высокий социальный эффект, связанный с улучшением условий труда и отдыха населения города, расширением объема и качества оказываемых ему услуг. Изложенное выше свидетельствует о необходимости контроля и управления качеством энергии в СЭО городов, сочетающих в себе совокупность технических средств контроля и управления. При этом поскольку ведомственные интересы энергосистем входят в противоречия с интересами потребителей световой энергии и государства в целом, решение указанной проблемы может быть обеспечено только применением системного подхода, при котором учитываются интересы всех сторон. Создание рынка ЭЭ в сочетании с применением дифференцированных тарифов открывает возможности для распространения на световую энергию Гражданского кодекса Украины, а также закона о защите прав потребителей. Опыт применения подобного подхода имеется в передовых странах Европы и Америки (Англия, Франция, США). На законодательном уровне этот вопрос решен в России, ведется подготовительная работа в Украине.

Количественный учет критериев. В литературе по технико-экономическим исследованиям отмечается сложность учета критерия социальной эффективности, вызванная отсутствием методик количественной оценки их влияния. Это объясняется трудностью учета данного критерия и второстепенной значимостью социальных вопросов в посткоммунистическом обществе. В отличие от этого в странах с частным капиталом вопросы социального положения человека играют первостепенную роль. Здесь уже давно на законодательно-нормативном уровне дана оценка стоимости человеческой жизни, здоровья человека, величины морального и экономического ущерба от ухудшения социального положения человека, хотя это и продиктовано несколько иными, скорее рыночными интересами.

Что касается реализации этих критериев, то страны с регулируемой государственной экономикой имеют для этого гораздо большие возможности, чем страны с частно-капиталистической системой производства ввиду того, что принятие технических решений у них определяется конкурентной борьбой фирм в условиях свободного рынка. В условиях государственного производства имеется реальная возможность учета социальных вопросов директивным путем на уровне формирования планов комплексного социально-экономического развития регионов. Последние регламентируют уровень развития быта, сферы услуг, условий труда и отдыха населения. Этот уровень в значитель-

ной степени определяется уровнем развития электроэнергетики, эффективностью и качеством снабжения ЭЭ потребителей.

Как свидетельствуют исследования, наибольшее влияние на социальный фактор оказывают перерывы в электроснабжении, тарифы и показатели КЭ. Их ухудшение существенно снижает объем и качество оказываемых населению услуг, условия его труда и отдыха. Количественный учет указанных выше показателей, тем более оценка их экономической эффективности в настоящее время существенно затруднены. Это объясняется сложностью формализации подобных задач, а также неполнотой и низкой достоверностью исходной информации. Учитывая вышеизложенное, для количественной оценки названного влияния нами применен экспертный метод, базирующийся на экспертной модели процесса, построенной на основе знаний специалистов-экспертов в данной области. Этот метод составляет основу систем принятия и поддержки решений и относится к классу интеллектуальных методов расчетно-логического типа.

Одной из основных задач, возникающих при построении таких моделей, является выбор подходящего формализованного аппарата для описания процессов и построения на его базе адекватной (корректной) модели поиска решения. В настоящей работе указанная задача решена с применением аддитивного критерия социальной эффективности электроснабжения потребителей. В качестве оптимизируемых параметров рассмотрены тарифы на ЭЭ, частота и длительность отключений, показатели качества ЭЭ (отклонения колебания, несимметрия и несинусоидальность напряжения).

Широкомасштабные исследования влияния режимов работы СЭС городов на режимы их электропотребления, проведенные в рамках целевой комплексной программы работ по проблеме “Развитие научных основ экономии электроэнергии на 1997-2000 гг.” (шифр 04.15 “Разработка методов и технических средств повышения качества энергии в городских электрических сетях”) совместно с Восточно-украинским фондом социальных исследований позволили впервые связать на количественном уровне значения оптимизируемых параметров с уровнем комфорта среды обитания, уровнем механизации домашнего труда, а также степенью удовлетворения духовных потребностей населения городов. С этой целью с помощью метода экспертных оценок определен состав экспертов и разработана форма бланка опроса, позволившие оценить влияние тарифов, надёжности и качества электроснабжения осветительных потребителей на объем и структуру потребления СЭ в коммунально-бытовом секторе городов. За основу взято потребление СЭ на одного жителя при третьем уровне

электрификации быта. Влияние тарифов, а также показателей надёжности и качества электроснабжения учтено введением соответствующих весовых коэффициентов, значения которых определены на основании данных экспертного опроса.

Оценка степени удовлетворения населения в СЭ и связанных с ней различного вида услугах осуществлялась по величине удельного электропотребления на одного жителя. В качестве независимых параметров рассматривались отклонения, несимметрия и несинусоидальность напряжений, число и время перерывов электроснабжения. В результате критериальная функция социальной адекватности СЭО городов получена в виде суммы нормированных значений независимых параметров, взвешенных по потребленной ЭЭ:

$$\bar{f}_C = W(N_n \cdot \gamma_{NП} + T_n \cdot \gamma_{mn} + C_{\varepsilon} \cdot \gamma_{c\varepsilon} + \delta U \cdot \gamma_{\delta u} + \delta U_t \cdot \gamma_{\delta ut} + K_{ou} \cdot \gamma_{ou} + K_{2u} \cdot \gamma_{2u} + K_{нси} \cdot \gamma_{нси}), \quad (2)$$

где N_n, T_n – число и длительность перерывов электроснабжения; $\delta U, \delta U_t, K_{ou}, K_{2u}, K_{нси}$ – отклонения, колебания, коэффициенты несинусоидальности, нулевой и обратной последовательностей напряжений; $\gamma_{NП}, \gamma_{mn}, \gamma_{c\varepsilon}, \gamma_{\delta U}, \gamma_{\delta U_t}, \gamma_{ou}, \gamma_{2u}, \gamma_{нси}$ – весовые коэффициенты соответствующих параметров.

Учет влияния каждого из этих параметров на значение целевой функции осуществляли путем введения в расчеты значений их весовых коэффициентом γ_i , определенных методом экспертных оценок. Обработка результатов многочисленных исследований по большому числу городов Украины, России, Молдовы позволила дать количественную оценку отмеченному влиянию. Учитывая незначительное значение весовых коэффициентов $\gamma_{NП}, \gamma_{mn}, \gamma_{c\varepsilon}, \gamma_{\delta U}, \gamma_{\delta U_t}, \gamma_{ou}, \gamma_{2u}, \gamma_{нси}$, это влияние сведено к учету влияния четырех параметров (числа и длительности перерывов электроснабжения, тарифов на ЭЭ и отклонений напряжения) на изменчивость среднего значения социального эффекта:

$$\bar{f}_C = W(N_n \cdot \gamma_{NП} + T_n \cdot \gamma_{mn} + T_{\varepsilon} \cdot \gamma_{c\varepsilon} + \delta U \gamma_{\delta U}) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Вероятностные характеристики процесса, полученные на основании данных опроса, приведены на рис.1, 2.

В своей совокупности разработанные модели позволяют давать количественную оценку режимов СЭО городов с учетом многокритериальности и многопараметричности задачи. Наилучший вариант по-

лучается соответственно выбором источника света, световых приборов и систем управления ними, значений коэффициентов трансформации трансформаторов, уставок срабатывания регулирующих, симметрирующих и фильтрокомпенсирующих устройств. При этом приведение критериев к единому масштабу, при котором их численные значения представлены в относительных единицах и в одном масштабе, позволило снизить уровень неопределенности среды, а выделение участков стационарности – временную неопределенность.

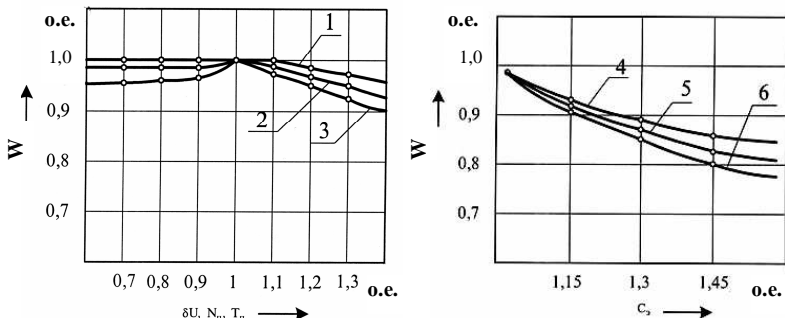


Рис. 1 – Зависимость относительного потребления световой энергии W от качества электрической энергии (а) и стоимости (б): 1 – $\bar{W}=a(\delta U)$; 2 – $\bar{W}=f(N_n)$; 3 – $\bar{W}=f(T_n)$; 4 – $\bar{W}=f(C_3) \forall \delta U = -10\% U_{ном}$; 5 – $\bar{W}=f(C_5) \forall \delta U = \pm 5\% U_{ном}$; 6 – $\bar{W}=f(C_6) \forall \delta U = +10\% U_{ном}$; $\bar{W}=W/W_{ном}$; $W_{ном}$ – потребление световой энергии при $N_n=0, T_n=0, \delta U=0$

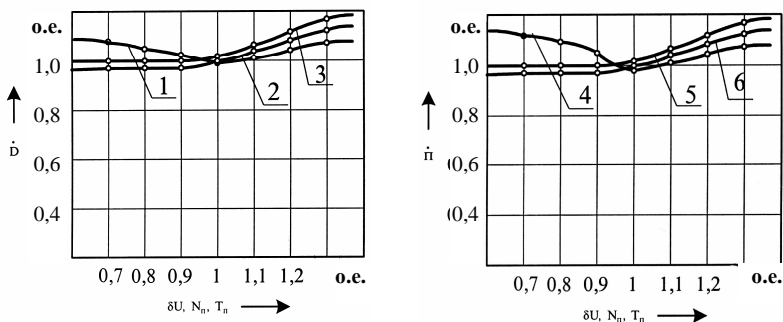


Рис.2 – Зависимость относительного числа дорожно-транспортных происшествий D от напряжения δU , числа N_n и длительности T_n перерывов электроосвещения (а), относительно числа нарушений правопорядка P от отклонений напряжения δU , числа N_n и длительности T_n перерывов электроосвещения (б): 1 – $D=f(\delta U)$; 2 – $D=f(N_n)$; 3 – $D=f(T_n)$; 4 – $P=f(\delta U)$; 5 – $P=f(N_n)$; 6 – $P=f(T_n)$; $D=D/D_n, P=P/P_n$; D_n – число дорожно-транспортных происшествий при $N_n=0, T_n=0, \delta U=\pm 5\%$; P_n – число нарушений правопорядка при $N_n=0, T_n=0, \delta U=\pm 5\%$

Полученные модели нашли практическое применение в разработанных алгоритмах и программах оптимизации режимов работы СЭО города Харькова.

Получено 21.01.2003

УДК 621.3

А.А.ХАРИСОВ, канд. техн. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

К ВОПРОСУ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ УЕДИНЕННЫХ ПРЯМЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКОВ

С использованием методов электродинамики сплошных сред проведен анализ статистического распределения плотности постоянного электрического тока в поперечном сечении уединенных прямых цилиндрических проводников. Установлено, что при постоянном токе в поперечном сечении уединенных прямых цилиндрических проводников распределение плотности тока имеет вид нормального ("колоколообразного") распределения.

В существующей практике расчетов электрических и магнитных полей, создаваемых прямыми цилиндрическими проводниками, по которым протекает постоянный электрический ток, обычно априорно полагается, что плотность тока в поперечном сечении проводников распределяется равномерно

$$J = I / S, \quad (1)$$

где I – постоянный электрический ток в проводнике; S – площадь поперечного сечения проводника.

Однако, реальное распределение субъектов носителей тока в поперечном сечении проводников при постоянном токе далеко не такое простое, а как и во многих других случаях диафрагмированных, преимущественно направленных, перемещающихся статистических ансамблей, должно принимать некое нормальное (колоколообразное) распределение по скоростям, а следовательно и плотности тока в направлении преимущественного перемещения.

В пользу нормального распределения постоянного тока в поперечном сечении прямых цилиндрических проводников свидетельствует и известное явление пинч-эффекта, т.е. явление стягивания носителей электрического тока к центру инерции поперечного сечения проводников, по которым проходит постоянный ток, вследствие воздействия на субъекты носителей тока ими же создаваемого магнитного поля.